

Tartu Ülikool
Psühholoogia instituut

Ats Kaivapalu

DIHHOOTILISE KUULAMISE ADAPTEERMIMINE JA RAKENDAMINE: ÜLEVAADE
NING SEOSSED HELILISUSE ALGAMISE AJAGA

Magistritöö

Juhendajad: Nele Põldver (MSc), Pärtel Lippus (PhD)

Läbiv pealkiri: Dihhootiline kuulamine: ülevaade

Tartu 2016

Dihhootilise kuulamise adapteerimine ja rakendamine: ülevaade ning seosed helilisuse algamise ajaga

Lühikokkuvõte

Käesoleva magistritöö eesmärk oli adapteerida ja rakendada dihhootilise kuulamise meetodit eesti keeleruumis: testida vokaal-konosnant-vokaal stiimulite sobivust eestikeelsete katseisikutega. Töö teine eesmärk oli analüüsida katsestiimulite töötlust stiimulite helilisuse algamise aja (*Voice onset time*; VOT) põhjal. Kolmas eesmärk oli vaadelda vasaku- ja paremakäeliste katseisikute erinevusi dihhootilise kuulamise katses. Uuringus võrreldi ka seni toimunud dihhootilise kuulamise katseid omavahel. Kolmes toimunud dihhootilise kuulamise katses on nüüdseks osalenud kokku ~120 katseisikut. Töös kajastatakse ka viimast toimunud katset, milles osales ka 30 vasakukäelist katseisikut. Analüüsid näitasid, et katsed ei erine teineteisest oluliselt lateraalsusindeksi (LI) poolest, küll aga on märgata erinevusi VOT kombinatsioonides. Tulemused osutasid ka, et VCV stiimulitega ei vastatud eelistatult pika VOT-ga stiimulit, mis näitab, et VCV stiimulid on eestikeelsete katseisikute jaoks teistsugused kui seda on konsonant-vokaal (CV) stiimulid muukeelsete katseisikute jaoks. Samuti leiti töös, et vasakukäelised katseisikud ei erine oluliselt paremakäelistest LI poolest. Huvitav oli ka, et ainult 10% vasakukäelistest katseisikutest esines verbaalse stiimuli dihhootilisel kuulmisel vasaku kõrva eelis.

Märksõnad: Dihhootiline kuulamine, helilisuse algamise aeg, lateraalsusindeks, parema kõrva eelis

Dichotic listening adaptation and application: review and the interactions with voice onset time

Abstract

The aim of this masters thesis was to adapt and apply the dichotic listening method further in the estonian language space: to test the vocal-consonant-vocal (VCV) type stimuli with an estonian sample. The second aim of this thesis was to analyze the processing of the stimuli in the context of voice onset time (VOT). The third aim of this thesis was to look at the differences between left-handed and right-handed subjects in the dichotic listening task. The previous studies that used an estonian sample, as well as the newest study, were compared to one another. The three studies that have been done with estonian samples have gathered data from ~120 people, the latest study having also gathered data from 30 left-handed subjects. The analyses showed that the studies are not significantly different when it comes to laterality index (LI). However some differences can be seen when the studies are compared to one another with VOT. The results showed that the subjects did not respond as hypothesized: they did not prefer the stimuli with a long VOT, but rather which ever stimulus was presented to the right ear. This shows that the VCV stimuli are different for the estonian speaking population than consonant-vocal (CV) stimuli for subjects speaking other languages (mainly Norwegian and English). In addition the study found that left-handed subjects do not differ significantly from right-handed subjects in their LI. It was also found that only 10% of the left-handed subjects showed a left ear advantage in their responses to verbal stimuli.

Keywords: Dichotic listening, voice onset time laterality index, right ear advantage

Sissejuhatus

Kui inimene tahab midagi sihipärast korda saata, on tal soovitud tulemuse saavutamiseks tarvis vajalikke teadmisi ehk informatsiooni, kuidas seda teha, aega ning piisavalt palju energiat soovitud toimingu kordasaatmiseks toimingusse investeerida. Aeg ja energia on seejuures teatud määral üksteistest sõltuvad: mida rohkem panustada toimingu sooritamisesse energiat, seda vähem kulub selleks aega. Informatsioon on võrreldes aja ja energiaga muutunud olulisemaks kui varem. Esmalt on suurenenud informatsiooni kättesaadavus, teisalt on inimeste sooritatavad toimingud keerukamad ja nõuavad komplekssemaid teadmisi. Informatsiooni omandamine ja edastamine on kahtlemata olnud olulised ka varem, kuid kuna inimesed elavad kauem ja paljud toimingud on automatiseeritud või lihtsustatud, on informatsiooni töötlemise suhteline olulisus tõusnud.

Informatsiooni edastamiseks ja vastuvõtmiseks kasutab inimene keelt – mõtlemist, mõtete väljendamist ja suhtlemist võimaldavat märgisüsteemi. Suulisel teel informatsiooni edastamist nimetatakse kõneks (Hint, 1998) ning kõne võetakse inimeste poolt vastu kuulmismeele abil. Selleks, et keelelise informatsiooni töötlemisest paremini aru saada, on oluline kõne, keele, kuulmismeele ja nende omavahelise interaktsiooni uurimine.

Käesoleva magistritöö eesmärk on aidata paremini mõista keeletaju ja kuulumist dihhootilise kuulamise abil. Dihhootilise kuulamise meetodi abil on võimalik jõuda lähemale arusaamisele, kuidas inimese kuulumistaju süsteem informatsioonirohkes olukorras olulisima info välja valib. Töö metoodiline eesmärk on dihhootilise kuulamise meetodi adapteerimine ja rakendamine eesti keeleruumis, mis oli ka Kaivapalu (2014) ja Kaarepi (2015) uurimistööde eesmärk.

Dihhootiline kuulamine

Dihhootiline kuulamine on eelkõige kognitiivses psühholoogias kasutatav aju uurimise meetod, mis seisneb erinevate helistiimulite kuulamises vasakust ja paremast kõrvast samaaegselt. Dihhootiline kuulamine on võrdlemisi odav ja mitteinvasiivne meetod ning tugineb inimese käitumisele: järelused kuulumistaju süsteemi kohta tuginevad inimese poolt kuuldule. Kuulatav stiimul võib olla lause (Tan, Selesnick, & Avci, 2014), silp (Nygård jt, 2013), teatud kõrguse või tämbriga toon (Rosenthal, 2014), värviline müra (Dundon jt, 2015) või mõni muu heli. Käesolevas töös on eeskujuks võetud konsonant-vokaal (CV) stiimulid, mida on täpsemalt kirjeldatud meetodi osas (lk 11). Verbaalse stiimuli esitamisel korraga mõlemasse kõrva kuuleb enamik katseisikuid eelistatult paremasse kõrva esitatud stiimulit. Sellist efekti nimetatakse parema kõrva eeliseks (*right ear advantage*; REA) (Hugdahl,

Westerhausen, Alho, Medvedev, & Hämäläinen, 2008). REA-le vastandub vasaku kõrva eelis (*left ear advantage*; LEA), mis esineb eelkõige mitteverbaalsete helide esitamisel (Grimshaw, Kwasny, Covell & Johnson, 2003). Psühholoogias on dihhootiline kuulamine meetodina oluline, kuna helistiimulite samaaegsel esitamisel ei jõua erineva kõrvaga kuulatud informatsioon inimese teadvusesse samamoodi. Esitatud informatsioonist inhibeerib kontralateraalne info ipsilateraalset infot, mõnikord isegi seda blokeerides: info liigub paremast kõrvast pigem vasakusse hemisfääri ja vasakust kõrvast paremasse hemisfääri (Hugdahl, 2000). Kuna erinevatest kõrvadest tajutud info ei jõua teadvusesse võrdväärselt, on meetodit võimalik kasutada hemisfäärilise asümmeetria (van Ettinger-Veenstra jt, 2010; Westerhausen & Hugdahl, 2008), tähelepanu (Hugdahl jt, 2009), mälu (James, Krishnan, & Aydelott, 2014) ja kuulumistaju uurimiseks (Davidson & Hugdahl, 1996).

Dihhootilisel kuulamisel on ka kliinilisi rakendusi, näiteks ravi (operatsiooni või teraapia) headuse hindamine. Wester ja Hugdahl (1998) kirjeldasid patsienti, kellel oli ajukasvaja. Enne operatsioonile minemist oli patsiendil dihhootilise kuulamise testis tugev vasaku kõrva eelis. Pärast operatsioonil käimist oli patsiendil kerge parema kõrva eelis ning järgnevatel kordadel oli parema kõrva eelis veelgi oluliselt suurenenud. Dihhootilist kuulamist on kasutatud ka skisofreeniapatsientide uurimisel (Friedman jt, 2001). Friedmani ja kollegide uuring näitas, et verbaalsete stiimulite esitamisel on paranoilise skisofreenia patsientidel suurema tõenäosusega vasaku kõrva eelis kui tavapopulatsioonil, aga ka muud tüüpi skisofreeniat põdevatel patsientidel.

Dihhootiline kuulamine võeti uurimismeetodina kasutusele eelmise sajandi keskel. Üks esimesi meetodi rakendajaid Colin Cherry (1953) uuris kahe samaaegselt esitatava auditoorse stiimuli mäletamist. Katseisikud pidid kordama ühte kõrva esitatud teksti, kuid mitte teist kuulatud tekstilõiku. Tuli välja, et kordamata tekstist ei mäletanud katseisikud peaaegu mitte midagi. Katseisikud märkasid siiski näiteks seda, kui kõneleja hääletoon vahetus mehe häälest naise omaks. Lisaks suutsid katseisikud vahet teha kõnel, toonidel ja müral. Dihhootilist kuulamist edasi uurides leidis Moray (1959), et katseisikud märkavad ka seda, kui teise kõrva esitatakse katseisiku enda nimi. Moray (1959) järeldas sellest, et katseisikud märkavad enda jaoks subjektiivselt olulist informatsiooni.

Tänapäevaks, üle 50 aasta hiljem, on dihhootilise kuulamise katseparadigmad läbinud muutusi, mis võimaldavad uurida kuulumistaju palju spetsiifilisemaid aspekte. Näiteks on kasutusele võetud suunatud ja suunamata katseparadigmad. Suunamata katseparadigmas peab katseisik kuulama mõlemasse kõrva esitaud infot ja ise valima, kumba kõrva esitatud infot ta raporteerib (Kimura, 1961). Sellega seoses tõstatasid Bryden, Munhall ja Allard (1983)

küsimuse, kas tahtlikult suunatud tähelepanu võib segada kuulmistaju lateraalsuse uurimist. Bryden ja kolleegid (1983) väitsid, et katseisik võib tahtlikult valida, kumma kõrva kaudu tulevaid helisid ta kuulab, isegi kui selleks instruksiooni antud ei ole. Selle probleemi lahendamiseks võtsid Hugdahl ja Anderson (1986) kasutusele suunatud tähelepanu katseparadigma, kus katseisikul palutakse keskenduda ainult ühte kõrva esitatud stiimulitele. Paremale (*forced-right*; FR) ja vasakule (*forced-left*; FL) suunatud tähelepanu katseparadigmad on kasutusel ka käesolevas uurimuses, et kontrollida katseisiku käitumist: kas katseisik kasutab iseseisvalt tähelepanu suunamise strateegiat. Suunatud ja suunamata katseparadigma tulemusi võrreldakse omavahel. Juhul kui katseisik otsustab dihhootilise kuulamise ülesandes keskenduda ainult ühele kõrvale, peaksid suunatud ja suunamata katseparadigmade tulemused olema küllalt sarnased. Suunamata ja suunatud katseparadigmad viitavad olulisele dihhootilise kuulamise meetodi aspektile: suunamata tähelepanu baseerub vaikimisi alt üles töötlusele, mis tähendab, et NF tingimuses puudub kõrgem kognitiivne kontroll. Samas on suunatud tähelepanu tingimuste näol tegemist ülevalt alla töötlusega, mis viitab kõrgemate kognitiivsete protsesside teatava kontrolli üle sensoorsele sisendile (Solso, 1995).

Kuna lateraalse asümmeetria tuvastamise meetodit on kaua uuritud, on leitud, et dihhootilise kuulamise tulemust mõjutavad veel mitmed muutujad, näiteks taustamüra (Dos Santos Sequeira, Specht, Moosmann, Westerhausen, & Hugdahl, 2010), mis vähendab REA-d. Väiksem REA tuleneb õigete parema kõrva vastuste arvu vähenemisest ning õigete vasaku kõrva vastuste arvu suurenemisest. Dos Santos ja kolleegid (2010) näitasid, et keeletöötlusega seotud ajuosad ei ole näiteks taustamüraga katses, kus müra allikas on liiklus, nii tugevalt aktiveeritud kui taustamürata katses. Autorid ei ole veel päris kindlad, miks taustamüral parema kõrva eelisele antud efekt on. Dihhootilisele kuulamisele avaldab mõju ka vanus, mis mõjutab nii lateraalsusindeksit kui võimet suunatud tähelepanu tingimuses keskenduda (Hugdahl jt, 2009). Lateraalsusindeks (*laterality index*; LI) on protsentuaalne väärtus, mis viitab vasaku ja parema kõrva vastuste erinevusele: $LI = (RE - LE) / (RE + LE) * 100$. Lateraalsusindeksi väärtus jääb seega -100 ja +100 punkti vahele, sealjuures näitavad positiivsed väärtused parema kõrva eelist (*right-ear advantage*; REA) ja negatiivsed väärtused vasaku kõrva eelist (*left-ear advantage*; LEA) (Westerhausen, Kompus, & Hugdahl, 2014).

Lateraalsusindeks kasvab nii suunatud kui suunamata tähelepanu tingimuses vanusega kuni 50. eluaastani, mil lateraalsusindeks langema hakkab (Hugdahl, Carlsson, & Eichele, 2001). Dihhootilise kuulamist mõjutab ka sugu: verbaalsetes katsetes esineb naistel

keskmiselt kõrgem parema kõrva eelis kui meestel (Hugdahl jt, 2011). Samas on näidatud (Voyer, 2011), et kui vaadelda kõiki dihhootilise kuulamise katseid kokku, esineb meestel veidike suurem parema kõrva eelis.

Dihhootilise kuulamise tulemusi mõjutab ka käelisus. Käelisus on teatud määral päritav (Reiss & Reiss, 1999), kuid seni pole veel suudetud leida käelisust määravat geeni (Ocklenburg, Beste, & Güntürkün, 2013). Dihhootilise kuulamise paradigmas jaotatakse katseisikud parema- ja vasakukäelisteks kas subjektiivse raporti või siis küsimustike (näiteks Waterloo käelisuse küsimustik (Elias, Bryden & Bulman-fleming, 1998) või Edinburghi käelisuse küsimustik (Oldfield, 1971) alusel. Üldiselt suudab katseisik käelisust iseseisvalt raporteerida, kuid on ka katseisikuid, kes seda teha ei suuda. On näidatud (van Strien, 2003), et käelisuse küsimustikud on üldiselt valiidsamad kui eneskohased raportid. Van Stiren väidab, et käelisuse küsimustik võib olla isegi täpsem mõõdik kui peenmotoorika testid, haardejõud või koputamise kiirus. Lisaks on näidatud, et norrakeelsel valimil esineb verbaalse stiimuli dihhootilisel esitamisel parema kõrva eelis 80-95% paremakäelisest elanikkonnas, vasakukäelistel katseisikutel esineb parema kõrva eelist vaid 65% (Hugdahl jt, 2011). Ka ingliskeelsel paremakäelisel elanikkonnal esineb REA-d umbes 80% inimestest (Segalowitz & Gruber, 2014).

Teadaolevalt on käesolev uurimus esimene, milles dihhootilise kuulamise katse viiakse läbi eestikeelsete vasakukäeliste katseisikutega, et kontrollida, kas efekt on sarnane võrreldes muukeelsete katseisikutega (Bless jt, 2015; Hund-Georgiadis, Lex, Friederici, & von Cramon, 2002).

Helilisuse algamise aeg (voice onset time; VOT)

Helilisuse algamise aeg (voice onset time; VOT) on sulu vallandumise ja järgneva hääliku helilisuse tekkimise vahele jääv aeg (Raasik, 2010). Saernes, Sperniclaes ja Beeckmans (1989) väidavad, et VOT-i saab mõõta vaid helitute klusiilide puhul. Ladefoged (2011) see-eest arvab, et heliliste klusiilide puhul on võimalik VOT-i iseloomustada negatiivse vallandumis faasiga. Igal juhul on VOT parameeter, mida kasutatakse klusiilide kirjeldamisel. Käesolevas töös kasutatakse terminit VOT eelkõige fortise ja leenise vastanduse väljatoomiseks stiimulites esinevates klusiilides ja vaadeldakse VOT aegu nominaalskaalal (pikk või lühike), mitte millisekundites nagu tavaliselt. Fortis- ja leenisklusiilid tähendavad käesolevas töös poolhelilisi (g, b, d) ja helituid klusiile (k, p, t). VOT terminit eelistatakse töös fortise ja leenise vastandusele, kuna see termin on kasutusel dihhootilise kuulamise kirjanduses. Dihhootilise kuulamise raamistikus võeti termin

kasutusele inglise ja norra keeles esinevate häälikute – /p b/, /k g/, /t d/ – erineva avaldumise tähistamiseks. Siiski on oluline mainida, et eesti keeles sõna alguses leenise ja fortise eristust ei ole ning kuigi ortograafias võivad esineda erinevad tähemärgid, siis neid ei hääldata erinevalt.

Dihhootilises kuulamises on VOT-i stiimulpaaride analüüsimiseks kasutanud näiteks Rimol, Eichele & Hugdahl (2006) ning Arciuli (Arciuli, Rankine, & Monaghan, 2010). Mõlemas töös leiti, et katseisikud raporteerivad pigem pika kui lühikese VOT-ga stiimuli kuulmist. Märkimisväärne on, et pika VOT-ga stiimulit vastasid isegi parema kõrva eelisega katseisikud, juhul kui pika VOT-ga stiimul esitati vasakusse kõrva. Selline tulemus näitab, et norrakeelsete katseisikute jaoks on pika VOT-ga kõnet representeerivad stiimulid tugevamini tajutavad kui lühikese VOT-ga stiimulid. Eestikeelsete katseisikutega ei ole teadaolevalt varem dihhootilise kuulamise katses stiimulite eelistust võrreldud. Käesolev töö on seega esimene uurimus, kus seda tehakse.

Varasemad uurimused

Dihhootilise kuulamise katseid teostati esmakordselt eestikeelsete katseisikutega digitaalselt, iDichotic (The iDichotic App, n.d.) mobiilirakenduse abil. Rakendus võimaldab dihhootilise kuulamise katset läbi viia igapähe, kellel on ligipääs iOS-seadmele, kõrvaklappidele ja kasutada umbes viis minutit, millest kolm kulub katsele. iDichotic rakenduse katsetulemused näitasid, et eestikeelsetel katseisikutel oli võrreldes norrakeelsete ja ingliskeelsete katseisikutega oluliselt madalam parema kõrva eelis (Bless jt, 2015). Kuna iDichotic katse teostati väljaspool laboritingimusi, ei olnud Blessi ja kolleegide (2015) katses võetud otseselt kontrolli alla ühtegi laboritingimustes kontrollitavat segavat faktorit nagu taustamüra, katse ajal kõrvaliste asjadega tegelemine, aparatuuri korrektne kasutamine ja palju muud. Bless ja kolleegid (2015) jätsid siiski analüüsides välja katseisikud, keda nad sobivaks ei pidanud, näiteks katseisikud, kes olid vastanud valesti rohkem kui 80% vastuseid. Vale vastus tähendab, et katseisik valis vastusevariandiks stiimuli, mida ei esitatud või jättis vastamata. Bless ja kolleegid (2015) jätsid välja ka katseisikud, kes vastasid valesti rohkem kui pooled homonüümiesitustest ehk juhtudest, kui mõlemasse kõrva esitati sama stiimul.

Kuna laborist väljaspool saadud tulemused ei olnud piisavalt hästi kontrollitud, viis Kaivapalu (2014) läbi korduskatse laboritingimustes. Kuigi korduskatses oli katseisikute keskmine lateraalsusindeks (*laterality index*; LI) veidi kõrgem, ei osutunud erinevus oluliseks, ning LI oli siiski keskmisest madalam (Hugdahl, 2011; Kaivapalu, 2014). Kaivapalu (2014) arutles, et suure tõenäosusega tuleneb erinevus erikeelsete katseisikute

tulemuste vahel keelelistest iseärasustest. Nii iDichotic (Bless jt, 2015) kui Kaivapalu (2014) kasutasid oma katses konsonant-vokaal (*consonant-vocal*; CV) stiimuleid: /ba/, /pa/, /da/, /ta/, /ga/, /ka/. Eesti keeles aga ei eristata leenis- ja fortisklusiilipaare foneemidena, nagu seda tehakse näiteks inglise keeles. Seetõttu võib öelda, et sõnaalgulised silbid (näiteks /ba/ - /pa/) ei erine häälduses teineteisest oluliselt. Leenisklusiilid eesti keele ortograafias sõna alguses üldiselt ei esine. Neid võib leida ainult võõrsõnades ning neid hääldatakse üldiselt samamoodi nagu omasõnades fortisklusiili, näiteks sõnade „banaan“ ja „pakk“ esimene silp. Seega arvas Kaivapalu (2014), et kui proovida muid silpe või silbikombinatsioone, võib ka eestikeelsete katseisikutega saavutada norrakeelsete katseisikutega võrreldava lateraalsusindeksi.

Kaivapalu (2014) töös räägiti kahest võimalikust stiimulkombinatsioonist, mis võiksid tingida tugevamat lateraalsusindeksit: vokaal-vokaal-konsonant (näiteks /aab/ - /aap/) ja vokaal-konsonant-vokaal (*vocal-consonant-vocal*; VCV; näiteks /aba/ - /apa/). Üheks oluliseks tingimuseks oli stiimulite võimalikult suur sarnasus traditsioonilistele CV stiimulitele, et nad oleksid teineteisega võrreldavad. Sellepärast otsustati jääda samade klusiilide ja vokaalide kombinatsioonide juurde. Teiseks oluliseks tingimuseks oli, et stiimulid oleksid ka eestikeelses kõnes loomulikult esinevad ning teineteisest erinevalt avalduvad.

Selleks, et Kaivapalu (2014) töös arutletut kontrollida, viis Kaarep (2015) läbi katse, kus võrreldi katseisikute lateraalsusindekseid CV ja VCV stiimulitega suunamata tähelepanu tingimustes. Kaarep (2015) leidis, et eestikeelsetel katseisikutel esineb oluliselt kõrgem parema kõrva eelis VCV stiimulitega kui CV stiimulitega. Leitud parema kõrva eelis oli isegi kõrgem kui norrakeelsetel katseisikutel CV stiimulitega (Kaarep, 2015; Hugdahl, 2011).

Käesolev töö

Käesoleva töö esimene eesmärk on analüüsida kolme Tartu Ülikooli eksperimentaalpsühholoogia laboris toimunud katse (Kaivapalu (2014), Kaarep (2015) ja käesolevas töös kajastatud katse) vahelisi erinevusi. Kõikides katsetes olid teatud disainierinevused, mida on täpsemalt kirjeldatud töö meetodi osas. Katsete erinevusi on oluline vaadelda, et näha, kas ja kuidas disainierinevused on avaldanud mõju sõltuvatele muutujatele. Eelkõige on oluline analüüsida katsetevahelisi erinevusi lateraalsusindeksites, kuna tegemist on peamise võrreldava muutujaga. Töö teine eesmärk oli võrrelda katses kasutatavate stiimulite töötluse eripärasid VOT alusel. Seetõttu vaadeldi ka VOT kombinatsioonide erinevusi. VOT võimaldab jagada stiimulkombinatsioonid nelja gruppi,

mis omakorda annab võimaluse võrrelda gruppidevahelisi erinevusi. Töö kolmas eesmärk puudutab katseisikute käelisust: kas vasakukäeliste katseisikute lateraalsusindeksite ja VOT kombinatsioonide tulemused erinevad oluliselt paremakäeliste omadest, nagu seda on näidanud Hugdahl jt (2011) ning Segalowitz ja Gruber (2014). Need eesmärgid eeldavad kolmanda katse tulemuste vaatlemist ka eraldi.

H1: Katsed ei erine üksteisest oluliselt ei VOT ega LI kombinatsioonide poolest

Kuna katsed on oma disaini poolest küllaltki sarnased, on alust arvata, et ka tulemused on küllaltki sarnased. Siiski on oluline seda kontrollida.

H2: NF tingimuses vastatakse VCV stiimulite puhul eelistatult pika VOT-ga stiimulit

Kuna eelnevad tööd norrakeelsete katseisikutega (Arciuli jt, 2010; Eichele & Hugdahl, 2006) on näidanud CV stiimulitega parema kõrva eelist, on alust arvata, et ka eestikeelsed katseisikud, kellel on VCV stiimulitega tugev parema kõrva eelis, vastavad eelistatult pika VOT-ga stiimulit.

H3: Vasakukäelistel on oluliselt madalam lateraalsusindeks kui paremakäelistel nii CV kui VCV stiimulitega

Kuna eelnevad uuringud on näidanud, et vasakukäelistel katseisikutel on väiksema tõenäosusega parema kõrva eelis, võib seda eeldada ka eestikeelsete katseisikute puhul.

Meetod

Valimid

Esimeses katses osales 15 meessoost ja 16 naissoost katseisikut vanustes 20–38 aastat, keskmise vanusega 22.87 ($SD = 3.95$). Teises katses osales 15 meessoost ja 15 naissoost katseisikut vanustes 20–39 aastat, keskmise vanusega 25.18 ($SD = 4.91$). Kolmandas katses osales 30 meessoost ja 30 naissoost katseisikut vanustes 18–37 aastat, keskmise vanusega 23.12 ($SD = 4.58$) aastat. Kokku osales kolmes katses 121 isikut, kellest 60 olid meessoost ja 61 naissoost, vanustes 18–39, keskmise vanusega 23.59 ($SD = 4.63$). Kolmandas katses olid 15 meessoost ja 15 naissoost katseisikut vasakukäelised ning ülejäänud katseisikud kõikides katsetes paremakäelised. Katseisikutel ei olnud varem esinenud ega esinenud ka katse ajal epilepsia- või migreenihooge, samuti polnud katseisikutel probleeme kuulmisega. Kuulmise kontrollimiseks viidi enne katset läbi kuulmisläve mõõtmine audiomeetriga (lk 13). Uuringus osalenud isikud ei tarvitanud osalemise hetkel psühholoogiliste probleemide raviks välja kirjutatud või tugevate psühholoogiliste kõrvaltoimetega (keskendumiskäitumus, meeleolu kõikumised vms) retseptiravimeid. Kõik katseisikud olid katse toimumise hetkel

terved. Keegi katseisikutest ei olnud varem osalenud dihhootilise kuulamise katses; leidus üksikuid, kelle kuulmist oli ka varem kontrollitud, ning mõningaid katseisikuid, kes olid põgusalt kursis dihhootilise kuulamise meetodiga. Kolmandas katses osalenud katseisikuid tasustati katses osalemise eest 20 euroga, esimeses kahes katses tasustati katseisikuid katsepunktidega, mis on eelduseks teatud ainete läbimisel Tartu Ülikooli psühholoogia bakalaureuseõppe õppekavas. Katses osalejad võtsid eksperimendist osa vabatahtlikult ning allkirjastasid eelnevalt informeeritud nõusolekulehe.

Stiimulid

Katsetes kasutati kahte erinevat stiimulkomplekti. Esimene komplekt koosnes kuuest konsonant-vokaal (*consonant-vocal*; CV) silbist (/ba/, /pa/, /da/, /ta/, /ga/, /ka/) ning teine kuuest vokaal-konsonant-vokaal (*vocal-consonant-vocal*; VCV) silbikombinatsioonist (/aba/, /apa/, /ada/, /ata/, /aga/, /aka/). Esimeses katses kasutati vaid CV tüüpi stiimuleid, teises ja kolmandas katses mõlemat stiimulkomplekti. Mõlemat tüüpi stiimuleid esitati katseisikule dihhootiliselt kõikvõimalike paaride kaupa. Paari moodustasid ka homonüümsed kombinatsioonid, kus sama silp esitati katseisiku mõlemasse kõrva. Nii teises kui kolmandas katses kasutati 36 + 36 võimalikku erinevat stiimulpaari, esimeses katses ainult 36 stiimulpaari. Stiimulipaarid jagunevad stiimulit defineeriva klusiili VOT (*voice onset time*) alusel ja vastavasse kõrva esitatava silbi või silbikombinatsiooni alusel neljaks grupiks: pikk-pikk (*long-long*; LL), pikk-lühike (*long-short*; LS), lühike-pikk (*short-long*; SL) ning lühike-lühike (*short-short*; SS). Stiimulid olid eelnevalt lindistatud eesti keelt emakeelena rääkiva mehe poolt ning töödeldud üksteisega sarnaseks programmis Praat (Amsterdami Ülikool, Amsterdam, Holland). Meeshääle intonatsioon ja tugevus stiimulite esitamise ajal oli konstantne. Stiimulid esitati helivaljusega ~50 dB. Heli täpses valjuses ei saa paraku lõpuni kindel olla, kuna laboril puudub kuulmissüsteemi simulaator.

Katseprogramm ja aparatuur

Katses kasutati stiimulite esitamiseks Bergeni Ülikoolis kirjutatud dihhootilise kuulamise katseprogrammi, mis oli kohandatud eestikeelseks katseks eksperimentaalpsühholoogia labori töötajate Mai Toomi ja Kristiina Averini poolt. Katseprogramm on kirjutatud ja läbi viidud rakendustega E-Basic script, E-Basic, E-Studio ja E-Run, mis kuuluvad tarkvarapaketti E-Prime 2.0 (Psychology Software Tools, Sharpsburg, USA) Enne eksperimendi algustprogrammi käivitades tuleb sisestada katseisiku kood, katse seerianumber, katseisiku vanus, sugu ja käelisus. Katse vältel näitab programm

eksperimentaatorile, kas katseisik vastas stiimulile klahvivajutusega, ning kui ta seda tegi, siis millisele stiimulile vastavat klahvi vajutati. Kuna eksperimentaator ei tea, mis stiimulkombinatsiooni katseisikule esitati, on antud informatsioon hea viis kontrollimaks, et katseprogramm töötab ja katseisik tegeleb katsega aktiivselt.

Esimeses ja teises katses esitati stiimuleid läbi kõrvaklappide Pioneer SE-M390 (Pioneer, Tokio, Jaapan). Kolmandas katses esitati katseisikutele läbi heli summutavate kõrvaklappide Vic Firth, SIH1 (Vic Firth, Boston, Ameerika Ühendriigid). Katseisikud vastasid kuulnud CV stiimulitele klahvivajutusega klaviatuuril Logitech Internet 350 (Logitech, Lausanne, Šveits) ning VCV stiimulitele klaviatuuril Dell KB1421 (Dell, Round Rock, Texas, Ameerika Ühendriigid).

Lisamõõtmised

Taustaküsimustik. Enne laborisse tulemist paluti katses osalejatel täita veebipõhine küsimustik. Küsimustikus oli täpsemad küsimused katseisiku keelsuse, käelisuse ning musikaalsuse kohta. Käelisuse osa oli tõlgitud küsimustikust „Edinburgh handedness inventory“ (Oldfield, 1970). Keelsuse osas paluti küsimustiku täitjal hinnata oma eesti, vene, inglise, saksa, prantsuse, rootsi, norra, itaalia ja hispaania keele kasutamise kogemust järgnevalt: kasutan igapäevaselt, kasutan ametlikus asjaajamises, kasutan tööl/koolis, loen/kirjutan (ka suhtlusvõrgustikes), ei kõnele, jälgin meediat, ei kasuta üldse. Küsimustikule vastajal oli võimalus tuua välja ka muude keelte kasutamise kogemus. Lisaks pidi küsimustikule vastaja hindama oma keeleoskuse taset. Vastusevariandid olid: üldse ei oska; passiivne: saan veidi aru, aga ei räägi; passiivne: saan aru ja veidi räägin; aktiivne: saan aru ja räägin, veidi kirjutan; valdan vabalt. Musikaalsuse osas esitati küsimusi laulmise, pillimängimise, tantsimise ning muusika kuulamise kohta. Taustaküsimustiku võib leida käesoleva töö lisadest. Küsimustiku täitmine võttis aega umbes 20 minutit.

Taustaküsimustiku tulemusi käesolevas töös ei analüüsita.

Kuulmislävi. Audiomeetrilised mõõtmised viidi läbi audiomeetri Interacoustics AS608 Screening Audiometer (Interacoustics, Minneapolis, USA) abil. Kasutusel olev audiomeeter võimaldab esitada helisid sagedustel 125–8000 Hz, helitugevusega 10–100 dB. Mõõtmised teostati sagedustel 500 Hz, 1000 Hz ja 1500 Hz. Mõõtmist alustati 40 dB juures ning järgnevad helid esitati 10 dB võrra vaiksemalt igal korral, kui katseisik stiimulit kuulis. Juhul, kui katseisik enam esitatud heli ei kuulnud, mängiti katseisikule 5 dB võrra valjem heli. Katseisik andis heli kuulmisest märku, tõstes käe. Igal sagedusel korraldi mõõtmisi kolm korda. Katseisiku paremat ja vasakut kõrva mõõdeti eraldi ning kõrva, millega kuulmisläve

mõõtmist alustati, vahetati olenevalt katseisiku koodist: paarisnumbrilise koodiga katseisikud alustasid vasaku kõrvaga, paaritu numbriga parema kõrvaga. Kuulmisläve mõõtmisi ei teostatud diagnostilistel eesmärkidel, vaid selleks, et olla kindel, kas katseisikud kuulevad mõlema kõrvaga sarnaselt. Maksimaalne kahe kõrva kuulmisläve erinev väärtus, mida käesolevas töös kasutati, oli 20 dB. Kolme katse peale kokku oli kaks katseisikut, kes antud tingimusele ei vastanud ja seetõttu analüüsides välja jäeti.

Subjektiivne väsimus. Subjektiivset väsimust hinnati vahetult enne katseinstruktsioonide andmist ja katse toimumist ning kohe pärast katse lõppu. Väsimuse hindamine toimus skaalast „Borg’s scale of perceived fatigue (CR-10)“ (Borg, 1998) adapteeritud skaalal. Katseisikul paluti hinnata subjektiivselt hetkel tuntavat väsimust skaalal nullist kuni lõpmatuseni. Katseisik võis vabalt valida kõikide positiivsete reaalarvude seast, oluline oli olla piisavalt täpne. Väärtuste illustreerimiseks oli numbritele 0–10 juurde kirjutatud ka sõnalised tähised. Näiteks tähistab 0 väsimuse puudumist, 0.25 vaevumärgatavat väsimust ning 10 maksimaalset väsimust, mida katseisik on kunagi tundnud. Subjektiivse väsimuse tulemusi käesolevas töös ei analüüsita

Protseduur

Katsete toimumise ajal viibisid laboris vaid katseisik ning eksperimentaator. Katse oli kooskõlastatud Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komiteega: uurimistöö nimetus „Dihhootilise kuulamise meetodi adapteerimine ja rakendamine Eesti keeleruumis“, loa number: 234/T-20.

Katsetele eelnevalt tuvastati eelpool kirjeldatud meetoditega katseisiku kuulmislävi. Kuulmisläve mõõtmiseks anti katseisikule järgnev instruktsioon: „*Teile esitatakse läbi kõrvaklappide helisignaale. Kui Te helisignaali kuulete, siis palun andke sellest käega märku. Palun andke märku ainult sel juhul, kui Te olete täiesti kindel, et Te heli kuulsite.*“

Lisaks paluti katseisikul subjektiivselt hinnata oma väsimust eelpool kirjeldatud skaalal.

Katsetingimuse määras kasutatav stiimulkomplekt (CV või VCV) ja tähelepanu suunamine: suunamata tähelepanu (*non-forced*; NF), paremale kõrvale suunatud tähelepanu (*forced right*; FR) või vasakule kõrvale suunatud tähelepanu (*forced left*; FL). Esimeses katses kasutati vaid ühte stiimulkomplekti, kuid kõiki tähelepanutingimusi. Seega oli esimeses katses kolm tingimust: CV-NF, CV-FR ja CV-FL. Teises katses kasutati kahte stiimulkomplekti, kuid vaid ühte (suunamata) tähelepanutingimust. Seega olid teise katse tingimused CV-NF ja VCV-NF. Kolmandas katses kasutati kahte stiimulkomplekti ning

kolme tähelepanutingimust. Seega olid kolmanda katse katsetingimused CV-NF, VCV-NF, CV-FR, VCV-FR, CV-FL, VCV-FL. Enne suunatud tähelepanu tingimuste juurde jõudmist sooritasid katseisikud eelnevalt kõik NF tingimused, et vähendada võimalust, et katseisik suunab tahtlikult oma tähelepanu. Muude katsetingimuste järjekorda varieeriti vastavalt katseisiku numbrile. Paarisarvulise koodiga katseisikud tegid läbi tingimused esmalt CV tüüpi stiimulitega ning FR tähelepanu tingimuses, paaritu arvulised katseisikud VCV tüüpi stiimulitega ning FL tingimuses.

Esimeses katses kuulasid katseisikud erinevate katsetingimuste vältel 324 dihhootilise kuulamise stiimulpaari esitust, teises katses teises katses 216 ning kolmandas katses 648 esitust.

Enne katsete algust anti katseisikule all toodud instruktsioon. Instruktsioon varieerus olenevalt katseisikule määratud koodist:

„Teie ees on klaviatuur, millele on märgitud klahvid BA, DA, GA, PA, TA, KA (või ABA, ADA, AGA, APA, ATA, AKA). Te kuulete katse jooksul kõrvaklappidest neid samu silpe ning Teilt küsitakse, mida Te kuulete. Vasakusse ja paremasse kõrva esitatakse erinevaid silpe. Ärge püüdke mõlemast aru saada, vaid mõelge ainult sellele, millist silpi Te selgemalt kuulete ehk milline on Teie subjektiivne tajumulje. Palun vajutage pärast heli kuulmist vastavale klahvile. Kõige olulisem on, et te vastaks seda, mida te kuulsite, kuid palume teil ka vastata võimalikult kiiresti. Rõhk on siiski vastuse õigsusel, mitte kiirusel.“

Katsetingimuste vahepeal pakuti katseisikule võimalust teha väike paus, vahetati klaviatuuri vastavalt katsetingimusele (teises ja kolmandas katses) ning täpsustati katseisikule antavat instruktsiooni: viidi katseisik kurssi vahetunud stiimulitega (teises ning kolmandas katses) ning tutvustati suunatud tähelepanu katsetingimusi (esimeses ja kolmandas katses). Esimeses ja teises katses viibis katseisik laboris umbes 45 minutit ning kolmandas katses umbes 75 minutit.

Andmetöötlus

Andmetöötlusest jäi välja neli katseisikut. Kaks katseisikut ei vastanud kuulmisläve nõuetele: kahe kõrva vaheline erinevus oli suurem kui 20 dB. Kahe katseisiku andmed ei olnud tehnilistel põhjustel kasutatavad.

Andmete eeltöötluseks kasutati programmi Microsoft Excel 2013 (Microsoft, Redmond, Washington, Ameerika Ühendriigid), andmete analüüsimiseks statistikaprogrammi SPSS Statistics 23.0 (IBM, Armonk, New York, Ameerika Ühendriigid). Kõikide korduste põhjal arvutati välja katseisiku poolt õigesti ning valesti vastatud vastuste hulk eraldi kõikides

suunamata ja suunatud katsetingimuses. Õigete vastuste põhjal arvutati iga katsetingimuse lateraalsusindeks (LI; *laterality index*). Lateraalsusindeksi valemis $LI = [(RE - LE)/(RE + LE)] * 100$ tähistab RE korrektselt vastatud paremasse kõrva esitatud stiimulite arvu ning LE korrektselt vastatud vasakusse kõrva esitatud vastuste arvu. LI iseloomustab protsentuaalselt erinevust vasaku ja parema kõrva korrektsete vastuste vahel. Positiivsed väärtused näitavad parema kõrva eelist, samas kui negatiivsed väärtused osutavad vasaku kõrva eelisele (Hugdahl, 2011).

Normaaljaotustele vastavust hinnati Shapiro-Wilk testiga. Kolmanda katse lateraalsusindekseid analüüsiti 3 (tähelepanu tingimus) * 2 (stiimulitüüp) * 2 (käelisus) korduvmõõtmiste ANOVA-ga. Sfäärilisust mõõdeti Mauchly sfäärilisuse testiga. Katsete omavahelised võrdlused lateraalsusindeksite alusel teostati ühesuunalise ANOVA-ga. VOT kombinatsioonide võrdlused teostati Friedmani testiga ning *post-hoc* testid viidi läbi Wilcoxon'i astakmargitesti abil. Katseid võrreldi omavahel CV stiimulite VOT kombinatsioonide alusel Kruskal-Wallis H testiga. Kruskal-Wallis H testide *post-hoc* testid teostati Dunni testiga. VCV stiimulite võrdlemiseks kasutati Mann-Whitney U testi, kuna võrreldavaid valimeid oli vaid kaks. Lateraalsusindeksite alusel VOT aegade võrdlemiseks kasutati Friedmani testi. Esimese ja teise katse tulemusi käesolevas töös eraldi ei analüüsitud. Esimese katse tulemused on leitavad Kaivapalu 2014 tööst ning teise katse tulemused Kaarepi 2015 tööst.

Tulemused

Lateraalsusindeksid kolmandas katses

Enne katsetingimuste võrdlemist vaadeldi andmete statistilist jaotumist. Kuna lateraalsusindeksite andmete jaotuvustest vastasid normaaljaotusele kõik peale VCV-FR-i ($W = .957, p = .041$), otsustati läbi viia parameetrilised testid. Andmed analüüsiti 3(tähelepanu tingimus) * 2(stiimulitüüp) * 2(käelisus) korduvmõõtmiste ANOVA-ga. Kuna Mauchly sfäärilisuse testi kohaselt ei ole sfäärilise eeldus täidetud, kasutati Greenhouse-Geisseri korrigeerimist.

Tabelis 1 on kuvatud gruppide keskmised lateraalsusindeksid. Lateraalsusindeksitele oli mõju tähelepanutingimusel ($F(1.347, 74.091) = 70.070, p < .001$), stiimuli tüübil ($F(1, 55) = 87.882, p < .001$) ja nende interaktsioonil ($F(1.467, 80.684) = 26.083, p < .001$). Enesekohaselt raporteeritud käelisus lateraalsusindeksile olulist mõju ei omanud ($F(1, 55) = 0.434, p = .513$). Samuti ei omanud käelisus statistiliselt olulist mõju interaktsioonis

stiimultüübi ($F(1) = 2.497, p = .120$), tähelepanu ($F(1) = 1.470, p = .235$) ja nendevahelise seosega ($F(1.467) = .964, p = .362$). Sõltuvate valimitega t-test näitas, et CV-NF tingimus erineb oluliselt CV-FR ($t(56) = -5.788, p < .001$) tingimusest ja CV-FL ($t(56) = 6.062, p < .001$) tingimusest. VCV-NF tingimus erineb oluliselt VCV-FR ($t(56) = -3.252, p = .002$) tingimusest ja VCV-FL ($t(56) = 9.008, p < .001$) tingimusest.

Tabel 1

Lateraalsusindeksid käelisust ja tähelepanutingimust arvestades

Tingimus	Käelisus			
	Parem		Vasak	
	CV	VCV	CV	VCV
	LI	LI	LI	LI
NF	7.78 (20.16)	36.16 (29.24)	4.25 (16.93)	34.52 (28.74)
FR	30.93 (26.15)	53.06 (35.63)	17.52 (24.49)	41.73 (25.91)
FL	-15.59 (32.035)	-20.02 (38.243)	-18.58 (20.1)	-10.94 (28.73)

Märkus. Lateraalsusindeksite järel sulgudes on standardhälve.

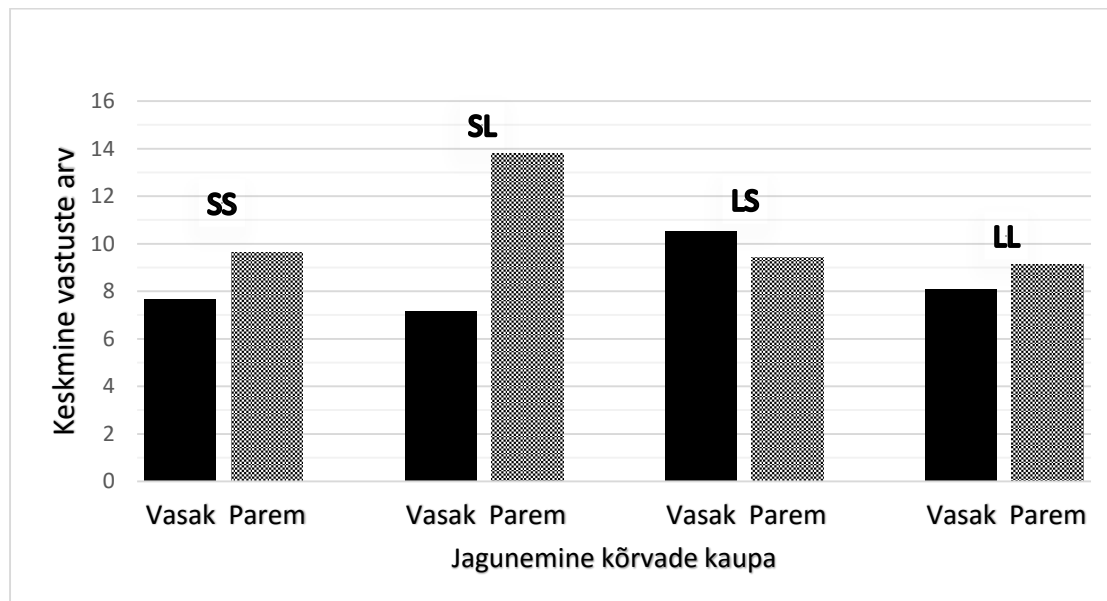
Kolme katse võrdlemine lateraalsusindeksite alusel

Lateraalsusindeksid jaotusid kõigis kolmes katses normaaljaotuslikult. Ühesuunaline ANOVA näitas, et lateraalsusindeksites katsete lõikes statistiliselt olulisi erinevusi ei esinenud. Mittesuunatud tähelepanu tingimuses CV stiimulitega ei olnud lateraalsusindeksid kolme katsete lõikes statistiliselt oluliselt erinevad: $F(2,113) = 1.853, p = .161$. Teises ja kolmandas katses ei olnud mittesuunatud tähelepanu tingimuses VCV stiimulitega ka lateraalsusindeks statistiliselt oluliselt erinev: $F(1,84) = 0.002, p = .879$. Lateraalsusindeks ei erinenud oluliselt CV stiimulitest paremale ja vasakule kõrvale suunatud tähelepanu tingimustes (kõigis kolmes katses), vastavalt $F(1,87) = 3.477, p = .066$ ja $F(1,87) = 3.097, p = .082$.

Katsete tulemused seoses VOT-ga

VOT analüüsides võetakse arvesse ainult NF tingimuse katsekorduseid, kus katseisiku vastus langes kokku ühte kõrva esitatud stiimuliga. SS ja LL kombinatsioonides ei võetud analüüsides arvesse ka homonüümipaare.

Konsonant-vokaal stiimulid. Enamik VOT muutujaid ei jagunenud normaaljaotusele vastavalt. Kõigi kolme katse andmeid korraga analüüsides märkasime statistiliselt olulisi erinevusi keskmiste vahel $\chi^2(7) = 154.007, p < .001$.



Joonis 1. Keskmine vastuste arv kõrvade kaupa CV stiimulitega, kõikides VOT kombinatsioonides kõigi kolme katse arvestuses.

Parema kõrva stiimulit vastati oluliselt rohkem SS ($Z = -4.928, p < .001$), SL ($Z = -6.536, p < .001$) ja LL ($Z = -3.705, p < .001$) kombinatsioonides. LS kombinatsioonis vastati rohkem vasaku kõrva stiimulit, kuid erinevus ei olnud statistiliselt oluline ($Z = -1.516, p = .130$).

Kui vasakukäelised katseisikud analüüsides välja jätta, leidis kombinatsioonide vahel samuti statistiliselt olulisi erinevusi $\chi^2(7) = 129.828, p < .001$. Siiski näitasid *post-hoc* testid olulisi erinevusi samades kohtades, kus eelnevad testid, millesse kaasati ka vasakukäeliste katseisikute tulemused

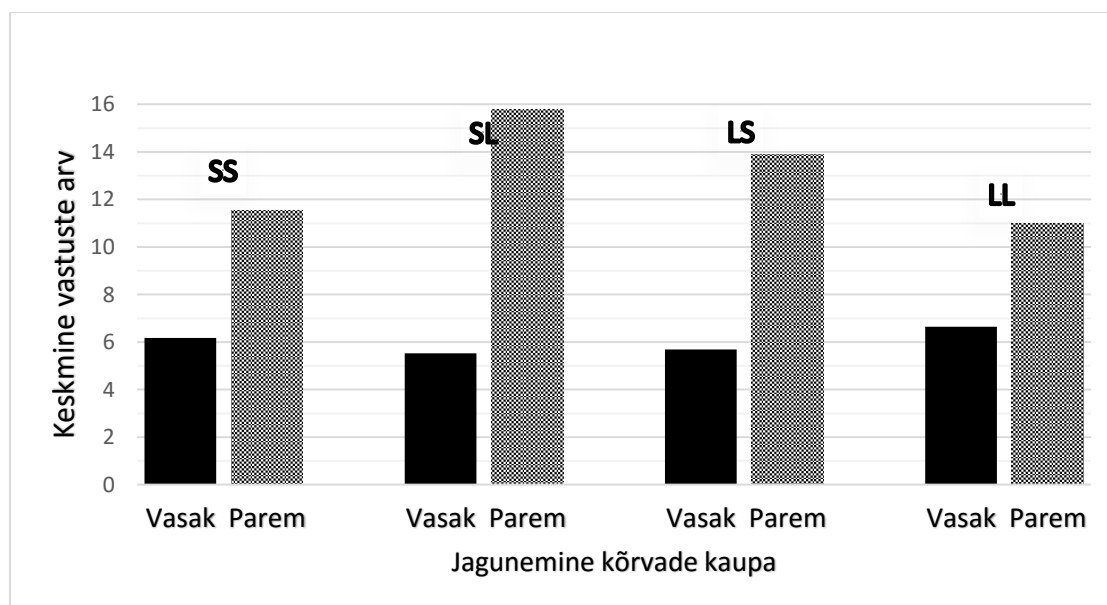
Kolmanda katse andmeid eraldi analüüsides oli samuti muutujate vahel märgata statistiliselt olulisi erinevusi, $\chi^2(7) = 61.966, p < .001$. Statistiliselt oluliselt rohkem vastati VOT kombinatsiooni SS ja SL ajal paremasse kõrva, vastavalt $Z = -3.024, p = .002$ ja $Z = -4.663, p < .001$. Paremasse kõrva esitatud stiimulit vastati rohkem ka LL kombinatsiooni ajal, kuid erinevus ei olnud statistiliselt oluline: $Z = -1.461, p = .114$. SL VOT kombinatsiooni ajal vastati rohkem vasakusse kõrva esitatud stiimulit, kuid interaktsioon ei olnud statistiliselt oluline: $Z = -1.025, p = .305$. Tulemused ei erinenud oluliselt, kui analüüsides jätta välja vasakukäelised katseisikud.

Ainult vasakukäelisi katseisikuid vaadeldes esines statistiliselt oluline erinevus ainult SL stiimulkombinatsiooniga ($Z = -3.128, p = .002$), kus vastati rohkem paremasse kõrva esitatud stiimulit. Ka SS ja LL kombinatsioonide puhul vastati rohkem paremasse kõrva esitatud stiimulit, vastavalt $Z = -1.699, p = .089$ ja $Z = -.971, p = .331$, kuid erinevus ei olnud oluline. LS kombinatsiooni puhul vastati rohkem vasakusse kõrva esitatud stiimulit, kuid ka antud erinevus ei olnud statistiliselt oluline: $Z = -0.753, p = .452$.

Kolmanda katse tulemused erinevad pisut teise katse tulemustest, kus ka LL kombinatsiooni puhul vastati statistiliselt oluliselt rohkem parema kõrva stiimulit: $Z = -2.958, p = .003$.

Esimese katse muutujate vahel oli samuti märgata statistiliselt olulisi erinevusi: $\chi^2(7) = 51.771, p < .001$. Statistiliselt rohkem vastati paremasse kõrva esitatud stiimulit sarnaselt varem mainitud katsetele SS ($Z = -3.168, p = .002$), SL ($Z = -3.440, p = .001$) ja LL ($Z = -2.075, p = .038$) tingimustest. LL tingimuses vastati rohkem vasakusse kõrva esitatud stiimuleid, kuid seda mitte statistiliselt olulisel määral: $Z = -1.737, p = .082$.

Vokaal-konsonant-vokaal stiimulid. Enamik muutujaid ei vastanud normaaljaotusele ka VCV stiimulite puhul. Vaadeldes teise ja kolmanda katse andmeid ühes analüüsis, esines samuti gruppide vahel statistiliselt olulisi erinevusi: $\chi^2(7) = 217.059, p < .001$.



Joonis 2. Keskmine vastuste arv kõrvade kaupa CV stiimulitega, kõikides VOT kombinatsioonides, teise ja kolmanda katse arvestuses.

Tabel 2

Erinevused VOT kombinatsioonides kõikide katsete peale kokku

VOT Kombinatsioon	Z	P
SS	-7.087	< .001
SL	-6.312	< .001
LS	-6.091	< .001
LL	-5.646	< .001

Post-hoc testid (Tabel 2) näitasid, et kõikides kombinatsioonides vastati rohkem paremasse kõrva esitatud stiimuleid. Jättes analüüsist välja vasakukäelised, jäi olukord sarnaseks: kõikides tingimustes vastati rohkem parema kõrva stiimuleid olenemata VOT kombinatsioonist.

Kui vaadata kolmanda katse tulemusi eraldi, leidsid muutujate vahel samuti statistiliselt olulisi erinevusi $\chi^2(7) = 153.608, p < .001$. *Post-hoc* testid (Tabel 3) näitasid, et statistiliselt olulised erinevused olid kõikide paaride vahel, kusjuures taas vastati rohkem

Tabel 3

Erinevused VOT kombinatsioonides kolmandas katses

VOT Kombinatsioon	Z	P
SS	-6.222	< .001
SL	-4.970	< .001
LS	-5.235	< .001
LL	-5.209	< .001

paremasse kõrva esitatud stiimuleid.

Tabel 4

Erinevused VOT kombinatsioonides vasakukäeliste katseisikutega kolmandas katses

VOT Kombinatsioon	Z	P
SS	-4.476	< .001
SL	-3.537	< .001
LS	-4.027	< .001
LL	-3.792	< .001

Tulemused ei muutunud oluliselt, kui analüüsides vasakukäelised katseisikud kõrvale jätta (Tabel 4). Ka ainult vasakukäelisi katseisikuid vaadates esines statistiliselt olulisi erinevusi $\chi^2(7) = 92.257, p < .001$.

Ka ainult teise katse valimit vaadates ei erinenud tulemused oluliselt varasemast. *Post-hoc* testid (Tabel 5) näitasid, et erinevused on kõigi gruppide vahel ning igas tingimuses vastati rohkem parema kõrva stiimuleid.

Tabel 5

Erinevused VOT kombinatsioonides teises katses

VOT Kombinatsioon	Z	P
SS	-3.516	< .001
SL	-4.102	< .001
LS	-3.053	.002
LL	-2.911	.004

Kolme katse võrdlemine VOT kombinatsioonides CV stiimulitega

Võrreldes katseid VOT alusel CV stiimulitega, esines katsete vahel mõningaid erinevusi (Tabel 6).

Tabel 6

Katsete võrdlused VCV stiimulitega VOT kombinatsioonide alusel

VOT kombinatsioon	Vasak kõrv	Parem kõrv
SS	$\chi^2(2) = .495, p = .781$	$\chi^2(2) = 9.440, p = .009$
SL	$\chi^2(2) = 1.089, p = .580$	$\chi^2(2) = .680, p = .712$
LS	$\chi^2(2) = 15.930, p < .001$	$\chi^2(2) = 6.592, p = .037$
LL	$\chi^2(2) = .302, p = .860$	$\chi^2(2) = 10.579, p = .005$

Vasakukäelised katseisikud analüüsides välja jättes muutusid tulemused oluliselt LS kombinatsioonis parema kõrva puhul: $\chi^2(2) = 5.215, p = .074$. Muud tulemused jäid vasakukäelisi katseisikuid analüüsides välja jättes sarnasteks tulemustele koos kõikide katseisikutega.

SS stiimulkombinatsiooni puhul esines paremasse kõrva vastatu põhjal statistiliselt oluline erinevus kolmanda ja esimese testi vahel: $Z = 19.690, p = .023$. Kolmas ja esimene test erinesid ka LS vasakusse kõrva vastatud stiimulite poolest: $Z = 18.580, p = .039$. Kolmas

ja teine katse erinesid parema kõrva LS stiimulite poolest ($Z = 30.798$, $p < .001$) ja parema kõrva LL kombinatsiooni poolest ($Z = 24.358$, $p = .004$).

Teise ja kolmanda katse võrdlemine VOT alusel VCV stiimulitega

Võrreldes VOT-i VCV stiimulite alusel, ei erinenud katsed oluliselt teineteisest VOT andmete poolest üheski tingimuses (Tabel 7).

Tabel 7

Katsete võrdlused VCV stiimulitega VOT kombinatsioonide alusel

VOT kombinatsioon	Vasak kõrv	Parem kõrv
SS	$U = 794.500$, $p = .974$	$U = 784.500$, $p = .899$
SL	$U = 653.500$, $p = .175$	$U = 595.500$, $p = .058$
LS	$U = 754.000$, $p = .680$	$U = 624.000$, $p = .103$
LL	$U = 659.500$, $p = .193$	$U = 689.000$, $p = .305$

Parema ja vasaku kõrva eelisega katseisikute VOT analüüsid CV stiimulite alusel

Vasaku kõrva eelisega katseisikuid oli 35 ja parema kõrva eelisega 79. Vasaku kõrva eelisega katseisikute puhul leidis VOT kombinatsioonides statistiliselt olulisi erinevusi $\chi^2(7) = 66.615$, $p < .001$. Vasaku kõrva eelisega inimesed vastasid oluliselt rohkem vasakusse kõrva vaid LS kombinatsiooni puhul $Z = -4.694$, $p < .001$. Parema kõrva eelisega katseisikutel leidis samuti statistiliselt olulisi erinevusi $\chi^2(7) = 260.357$, $p < .001$. Kuid statistiliselt oluliselt rohkem vastati paremasse kõrva SS, SL ja LL kombinatsioonide ajal vastavalt $Z = -6.453$, $p < .001$, $Z = -7.373$, $p < .001$ ja $Z = -5.283$, $p < .001$.

Parema ja vasaku kõrva eelisega katseisikute VOT analüüsid VCV stiimulite alusel

VCV stiimulitega oli vasaku kõrva eelisega katseisikuid 8 ja parema kõrva eelisega katseisikuid 77. Vasaku kõrva eelisega katseisikutel esines VOT kombinatsioonides olulisi erinevusi $\chi^2(7) = 16.546$, $p = .021$. Wilcoxon'i astakmäärgitest näitas, et statistiliselt oluline erinevus oli vaid SL kombinatsioonidega, kus vasakusse kõrva esitatud stiimulit vastati oluliselt rohkem ($Z = -1.973$, $p = .049$). Parema kõrva eelisega katseisikute puhul esinesid erinevused kõigis kombinatsioonides: SS ($Z = -7.184$, $p < .001$), SL ($Z = -6.823$, $p < .001$), LS ($Z = -6.128$, $p < .001$) ja LL ($Z = -6.466$, $p < .001$).

Arutelu

Käesoleva töö eesmärk oli adapteerida ja rakendada dihhootilise kuulamise meetodit eesti keeleruumis, jätkates Kaivapalu (2014) ja Kaarepi (2015) töid. Meetodi adapteerimine ja rakendamine on oluline, kuna võimaldab eestikeelsete katseisikutega läbi viia uuringuid uurimissuundadel, mida on juba töö sissejuhatuses mainitud. Lisaks adapteerimisel vaadeldi VOT andmeid ning võrreldi kõikide eestikeelsete katseisikutega laboritingimustes toimunud katseid. Töös analüüsiti ka vasakukäelisuse efekte lateraalsusindeksile ning VOT-le. Töö sissejuhatuses püstitati kolm hüpoteesi.

H1: Katsed ei erine üksteisest oluliselt ei VOT kombinatsioonide ega LI poolest

Esimene hüpotees leidis osalist kinnitust:

1. Katsed ei erinenud teineteisest oluliselt LI poolest.
2. VOT tulemustes esines katsetevahelisi erinevusi CV, kuid mitte VCV stiimulitega.

Lateraalsusindeksite sarnasus kolmes katses näitab, et erinevused katsedisainis ei omanud mõju katsete reliaablusele. VOT kombinatsioonide tulemustes oli aga märgata katsetevahelisi erinevusi CV tingimustes. Kaks eelnevat katset (Kaarep, 2015; Kaivapalu, 2014), aga ka Blessi ja kolleegide töö (2015) on näidanud, et CV stiimulid ei ole eestikeelse katseisiku jaoks piisavalt efektiivsed, et tingida tugevat parema kõrva eelist. Oleme ka eelnevates hüpoteiseerinud, et tegemist võib olla keelespetsiifilise efektiga. Bless ja kolleegid (2015) näitasid, et lisaks eesti keelele esineb sarnane efekt ka näiteks hiina keeles. Arvame, et kuna CV tüüpi stiimulpaarid ei erine eestikeelses kõnes häälduse poolest, võib probleem peituda stiimulite ja eesti keele kokkusobimatuses. Sellepärast töötasime välja VCV stiimulid, millega neiderinevusi märgata ei ole: vastupidi, katsed on VCV stiimulite alusel sarnased. Lisaks on katsetevahelised erinevused CV stiimulitega VOT aegades kaoatilised. Ainus korrapärasus, mida võib märgata, on kolmanda katse erinevus esimesest ja teisest katsest, kuid sedagi ühe või teise kõrva puhul ühes või teises VOT kombinatsioonis. Erinevused ei ole seega ilmselt süstemaatilised.

Kolmas katse erineb esimesest ja teisest kahe omaduse poolest: esiteks oli kolmas katse võrreldes kahe esimesega tunduvalt mahukam. Teiseks olid kolmandas katses kasutusel helisummutavad kõrvaklapid, mis vähendasid ventilatsioonisüsteemist tulenevat taustamüra. Taustamüra aga vähendab mõõdetavat parema kõrva eelist (Dos Santos Sequeira, Specht, Moosmann, Westerhausen, & Hugdahl, 2010). CV stiimulitega esinenud VOT erinevused võisidki tuleneda nende kahe erinevuse kombinatsioonist ning stiimulite ebasobivusest katseisikute keelsust arvesse võttes.

VOT kombinatsioonide vastused kajastuvad ka LI tulemustes (VOT vastused on valik LI arvutamiseks vajaminevatest muutujatest). Kuna katsetevahelisi erinevusi LI-s ei leitud ei CV ega VCV stiimulitega, võib öelda, et VOT kombinatsioonide erinevused ei avaldanud LI-le piisavalt mõju.

H2: VCV stiimulitega vastatakse eelistatult pika VOT-ga stiimulit

Teine hüpotees ei leidnud kinnitust. VCV stiimulid ei mõjutanud VOT eestikeelsete katseisikute vastamiseelistust. Kõikides stiimulikombinatsioonides vastati eelistatult paremasse kõrva esitatud stiimuleid. Tulemus on varasemate uuringutega võrreldes erinev (Arciuli, 2011; Rimol, Eichele & Hugdahl, 2006). Varasemad uuringud olid käesolevast erinevad, kuna kasutasid esitatavate stiimulitena CV stiimuleid ning uurimuses osalenud katseisikud ei olnud eestikeelsed. Ka käesolevas töös kajastatud katsete puhul on CV stiimulitega märgata küll statistiliselt mitteolulist, kuid sarnast trendi: LS kombinatsioonis vastati rohkem vasakusse kõrva esitatud stiimulit.

Kuna VCV stiimuleid on teadaolevalt kasutatud vaid kahes katses, on tulemused endiselt eksploratiivsed: ei saa täiesti kindel olla, miks katseisikud vastavad tunduvalt rohkem paremasse kõrva esitatud stiimulit ning mida see meetodika seisukohast tähendab. Kas VCV stiimulid on endiselt adekvaatsed, et neid saaks rakendada dihhootilise kuulamise meetodis eestikeelsete katseisikutega, on samuti teadmata. VCV stiimulid töötati välja, pidades silmas eesmärki leida eesti keeleruumi jaoks stiimulid, mis ka eestlasele representeeriks keelt vähemalt sama hästi kui CV stiimulid muukeelsetele katseisikutele nende emakeelt. On võimalik, et VCV stiimulite erinevus CV stiimulitest VOT kombinatsioonides ja pika VOT-ga klusiili mitte-eelistamine tähendab, et VCV stiimulid ei sobi siiski CV stiimulite kohale eestikeelses dihhootilise kuulamise katses. Samuti on võimalik, et VCV stiimulid on CV stiimulitest keele representeerimisel efektiivsemad. Juba 1967. aastal hüpoteeseris Kimura, et parema kõrva eelist põhjustab vasaku hemisfääri dominantus keeletöötlusel. Praeguseks on küll selgunud, et keeletöötlus on bilateraalne, kuid kinnitust on leidnud ka vasaku hemisfääri teatud määral eelistamine (Westerhausen, Kompus, & Hugdahl, 2014).

H3: Vasakukäelistel on oluliselt madalam lateraalsusindeks kui paremakäelistel nii CV kui VCV stiimulitega

Kolmas hüpotees ei leidnud kinnitust. Käelisus ei omanud eestikeelsete katseisikutega olulist mõju ei CV ega VCV stiimulite kuulmisele. Tulemus erineb kirjanduses kuvatud tulemustest, mille kohaselt (Bless jt, 2015; Hund-Georgiadis, Lex, Friederici, & von Cramon, 2002) on vasakukäelistel oluliselt väiksema tõenäosusega verbaalsete stiimulite esitamisel

parema kõrva eelis. Kirjanduses on valdavalt siiski kajastatud tulemused norrakeelsete katseisikutega (Hugdahl jt, 2011), kuid käesolevas töös olid kõik katseisikud eestikeelsed. Muidugi osales kolmes katses kokku vaid 30 vasakukäelist eestikeelset isikut ning ei ole võimatu, et kuna vaid 35% norrakeelsest vasakukäelisest elanikkonnast on vasaku kõrva eelisega, ei tulnud oluline erinevus välja väikese valimi tõttu.

Vasakukäelisus

Enesekohaselt raporteeritud vasakukäelisus avaldas ootamatult väikest mõju katse tulemustele. Vasakukäelisus ei avaldanud mõju LI-le ega muutunud tulemusi ka vasakukäelisi katseisikuid välja jättes. Kuna CV stiimulid ei ole eesti keele suhtes piisavalt representatiivsed, on vasakukäeliste lateraalsusindekseid mõttekas vaadelda ainult VCV stiimulite puhul. Kolmandas katses oli VCV stiimulitega kolmekümnest vasakukäelisest katseisikust vasaku kõrva eelisega vaid kolm ehk 10%, mitte 35%, nagu eelnevate uurimuste põhjal võinuks oodata. Kas see näitab, et VCV stiimulid ei ole siiski eestlaste jaoks täpselt samasugused nagu CV stiimulid on muukeelsete jaoks, on edasise uurimise selgitada. Jääb küsitavaks, kas VCV stiimulid representeerivad eesti keelt paremini või halvemini kui CV stiimulid.

Kõrvaeelise ja VOT interaktsioon

CV stiimulitega oli vasaku kõrva eelisega katseisikute osakaal märkimisväärselt suurem kui VCV stiimulitega. Mõlema stiimulkomplektiga on näha, et vasaku kõrva eelisega katseisikud vastavad VOT kombinatsiooniti stiimuleid täpselt vastupidiselt parema kõrva eelisega katseisikutele. Erinevus on loogiline, kuna lateraalsusindeks sisaldab endas kõiki nelja VOT kombinatsiooni. Vasakukäelised ei vastanud siiski oluliselt rohkem vasakusse kõrva esitatud stiimuleid CV stiimulite puhul vaid LS kombinatsioonis ning VCV stiimulite puhul vaid SL kombinatsioonis.

Edasised suunad

Käesolev töö seab hea aluse edasiste uurimistööde tegemiseks. Kindlasti oleks huvitav kontrollida ka norra- ja ka muukeelsete katseisikute lateraalsusindekseid, kui neile esitada VCV stiimuleid. Kas nende tulemused VCV ja CV stiimulitega on võrdsed? Kui norra- või muukeelsed katseisikud saavad VCV ja CV stiimulitega sarnaseid tulemusi, valideerib see veelgi CV stiimulite headust kõne all olevate keelekasutajate grupi puhul. Teise uurimissuunana oleks huvitav välja selgitada, miks VCV stiimulite puhul puudub eestikeelsetel katseisikutel pika VOT-ga stiimulite eelistus. Kui CV stiimulid

representeerivad muukeelsete katseisikute jaoks keelt ja VCV stiimulid vähemalt näiliselt representeerivad eestlaste jaoks keelt, siis peaks nad ka VOT kombinatsioonide poolest sarnaselt käituma, kuid antud uuringu tulemustele tuginedes võib öelda, et nad ei tee seda. Selleks, et paremini aru saada, miks eestlased ei eelista pika VOT-ga häälikut, võiks võrrelda stiimulite töötlust neuroloogiliselt. Neuroloogilise katse vajadusele VCV stiimulite valideerimiseks viitab ka käesoleva töö kolmas katse.

Huvitav oleks ka edaspidi uurida täpsemalt vasakukäelisi katsisikuid: kas vasakukäelistel eestikeelsetel katseisikutel on tõepoolest väiksema tõenäosusega parema kõrva eelis, nagu seda näitavad käesoleva töö tulemused.

Kriitika

Käesolevat tööd tehes saime targemaks mitte ainult uute teadmiste poolest, vaid ka töö puudujääkidest õppides: mida teha paremini järgnevatel töödel. Suurim metoodiline puudujääk töös oli vasakukäelisuse mitte praktiline kontrollimine. Vasakukäelisust arvestati töös ainult enesekohase raporti ja küsimustiku alusel. Katseisikud võisid tulla katsesse ning öelda, et nad on vasakukäelised, kui tegelikult oli tegemist paremakäeliste isikutega. Kuna katse oli rahaliselt tasustatud, võisid katseisikud olla isegi rohkem motiveeritud käelisuse kohta valetama. Probleemi leevendav asjaoluna võib välja tuua, et ka katseisikud ei teadnud, et me käelisust nii ei mõõda. Lisaks pidid katseisikud andma allkirja nõusolekulehele, mis eeldab siiski kirjutamiseks kasutatava käe kasutamist. Kahjuks aga ei olnud katsedisaini märgitud, et eksperimentaator võiks allkirja andmise käe üles märkida. Sellel kohal võib muidugi mõni katseisik olla mõlemakäeline, kuid siiski oleks ohutum katseisikud, kes raporteerivad näiteks vasakukäelisust ja annavad allkirja parema käega, välja jätta.

Tänuavaldused

Soovin siiralt tänada oma juhendajaid Nele Põldveri ja Pärtel Lippust, kes oskasid osutada õiges suunas, kui ise enam edasi minna ei osanud. Tahan tänada ka Kadri Arumäed ja Annekatrin Kaivapalu, kes panustasid töö valmimisse motiveerimise, nõuannete ja soovitusetega. Tahan tänada Mai Toomi ja Kristiina Averini, kes katseprogrammi kirjutasid ning Richard Naari, kes stiimuleid töötles. Tänan ka Tuula Hirvoneni ja Maisa Martinit, kellela poleks kunagi nii kaugele jõudnud. Käesolevat uurimistööd on toetatud Norra-Eesti teaduskoostöö programmi projektist „Language and Auditory Brain: Studies on Central Sound Representaion in Auditory Cortex“.

Kirjanduse loetelu

- Arciuli, J., Rankine, T., & Monaghan, P. (2010). Auditory discrimination of voice-onset time and its relationship with reading ability. *Laterality*, 15(3), 343–360.
- Bless, J. J., Westerhausen, R., Arciuli, J., Kompus, K., Gudmundsen, M., & Hugdahl, K. (2013). ‘Right on all occasions?’ – On the feasibility of laterality research using a smartphone dichotic listening application. *Frontiers in Psychology*, 4. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00042>
- Bless, J. J., Westerhausen, R., Torkildsen, J. von K., Gudmundsen, M., Kompus, K., & Hugdahl, K. (2015). Laterality across languages: Results from a global dichotic listening study using a smartphone application. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 20(4), 434–452. <http://doi.org/10.1080/1357650X.2014.997245>
- Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Human kinetics
- Bryden, M. P., Munhall, K. K., & Allard, F. F. (1983). Attentional biases and the right-ear effect in dichotic listening. *Brain And Language*, 18(2), 236-248
- Cherry, E. (1953). Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears. *Journal Of The Acoustical Society Of America*, 25(5), 975.
- Davidson, R. J., & Hugdahl, K. (1996). *Brain Asymmetry*. Cambridge, MA:MIT Press.
- Dos Santos Sequeira, S., Specht, K., Moosmann, M., Westerhausen, R., & Hugdahl, K. (2010). The effects of background noise on dichotic listening to consonant-vowel syllables: An fMRI study. *Laterality*, 15(6), 577-596.
- Dundon, N. M., Dockree, S. P., Buckley, V., Merriman, N., Carton, M., Clarke, S., ... Dockree, P. M. (2015). Impaired auditory selective attention ameliorated by cognitive training with graded exposure to noise in patients with traumatic brain injury. *Neuropsychologia*, 75, 74–87. <http://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.05.012>
- Elias, L. J., Bryden, M.P., & Bulman-Fleming, M.B. (1998) Footedness is a better predictor than handedness of emotional laterlization. *Neuropsychologia*, 36, 37-43.
- Friedman, M. S., Bruder, G. E., Nestor, P. G., Stuart, B. K., Amador, X. F., & Gorman, J. M. (2001). Perceptual asymmetries in schizophrenia: subtype differences in left hemisphere dominance for dichotic fused words. *American Journal of Psychiatry*, 158(9), 1437–1440.
- Grimshaw, G., Johnson, R., Kwasny, K., & Covell, E. (2003). The dynamic nature of language lateralization: Effects of lexical and prosodic factors. *Neuropsychologia*, 41(8), 1008-1019.

- Hint, M. (1998). *Häälikutest sõnadeni: Eesti keele häälikusüsteem üldkeeleteaduslikul taustal*. Tallinn: Eesti Keele Sihtasutus
- Hugdahl, K., & Andersson, L. (1986). The "forced-attention paradigm" in dichotic listening to CV-syllables: a comparison between adults and children. *Cortex; A Journal Devoted To The Study Of The Nervous System And Behavior*, 22(3), 417-432.
- Hugdahl, K. (2000). What can be learned about brain function from dichotic listening? *Revista Española de neuropsicología Vol.2*, No.3, 62-84.
- Hugdahl, K., Carlsson, G., & Eichele, T. (2001). Age effects in dichotic listening to consonant-vowel syllables: Interactions with attention. *Developmental Neuropsychology*, 20(1), 445-457.
- Hugdahl, K., Westerhausen, R., Alho, K., Medvedev, S., & Hämäläinen, H. (2008). The effect of stimulus intensity on the right ear advantage in dichotic listening. *Neuroscience Letters*, 431(1), 90-94. <http://doi.org/10.1016/j.neulet.2007.11.046>
- Hugdahl, K., Westerhausen, R., Alho, K., Medvedev, S., Laine, M., & Hämäläinen, H. (2009). Attention and cognitive control: Unfolding the dichotic listening story. *Scandinavian Journal of Psychology*, 50(1), 11-22. <http://doi.org/10.1111/j.1467-9450.2008.00676.x>
- Hugdahl, K., Westerhausen, R., Kinn Rød, A. M., & Ofte, S. (2011) The Bergen dichotic listening test with cv – syllables manual.
- Hund-Georgiadis, M., Lex, U., Friederici, A. D., & von Cramon, D. Y. (2002). Non-invasive regime for language lateralization in right and left-handers by means of functional MRI and dichotic listening. *Experimental Brain Research*, 145(2), 166-176. <http://doi.org/10.1007/s00221-002-1090-0>
- James, P. J., Krishnan, S., & Aydelott, J. (2014). Working memory predicts semantic comprehension in dichotic listening in older adults. *Cognition*, 133(1), 32-42. <http://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.05.014>
- Kaarep, M. (2015). Dihhootilise kuulamise rakendamine eesti keeleruumis: kahe stiimulkomplekti võrdlus ning seosed keeleoskuse ja musikaalsusega. Seminaritöö. Tartu Ülikool.
- Kaivapalu, A. (2014). Dihhootilise kuulamise meetodi adapteerimine ja rakendamine Eesti keeleruumis. Seminaritöö: Tartu Ülikool.
- Kimura, D. (1961). Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. *Canadian Journal Of Psychology/Revue Canadienne De Psychologie*, 15(3), 166-171.

- Ladefoged, P., & Johnstone, K. (2011). *A course in phonetics* (6th ed). Boston, MA: Wadsworth/Cengage Learning.
- Moray, N. (1959). Attention in dichotic listening: Affective cues and the influence of instructions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 11(1), 56–60.
<http://doi.org/10.1080/17470215908416289>
- Nygård, M., Løberg, E.-M., Craven, A. R., Ersland, L., Berle, J. Ø., Kroken, R. A., ... Hugdahl, K. (2013). Dichotic listening, executive functions and grey matter cortical volume in patients with schizophrenia and healthy controls. *Scandinavian Journal of Psychology*, 54(6), 443–450. <http://doi.org/10.1111/sjop.12080>
- Ocklenburg, S., Beste, C., Arning, L., Peterburs, J., & Güntürkün, O. (2014). The ontogenesis of language lateralization and its relation to handedness. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 43, 191–198. <http://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.04.008>
- Oldfield, R.C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97–113.
- Raasik, L. (2010). Intervokaalsete lühikeste klusiilide laad eesti keele spontaankõnes. Magistritöö. Tartu Ülikool.
- Reiss, M., Reiss, G.(1999). Earedness and handedness: distribution in a German sample with some family data. *Cortex*, 35, 403–412
- Rimol, L. M., Eichele, T., & Hugdahl, K. (2006). The effect of voice-onset-time on dichotic listening with consonant–vowel syllables. *Neuropsychologia*, 44(2), 191–196.
<http://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2005.05.006>
- Rosenthal, M. A. (2014). Hemispheric asymmetry in the formation of musical pitch expectations: A monaural listening and probe tone study. *Neuropsychologia*, 65, 37–40.
<http://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.10>
- Saernes, M., Serniclaes, W., & Beeckmans, R. (1989). Acoustic versus contextual factors in stop voicing perception in spontaneous French. *Language and speech*, 32, 291–314.
- Segalowitz, S. J., & Gruber, F. A. (2014). *Language Development and Neurological Theory*. Academic Press.
- Solso, R. L. (1995). *Cognitive Psychology* (4th Ed.). Boston: Allyn and Bacon
- Tan, C.-T., Selesnick, I. W., & Avci, K. (2014). Perceived quality of resonance based decomposed speech components under diotic and dichotic listening. In *Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2014 IEEE International Conference on* (pp. 925–929). IEEE.

- The iDichotic App. (n.d.). „*The iDichotic App*“. Otsitud 26. mai, 2016,
<http://www.dichoticlistening.com/>
- van Ettinger-Veenstra, H. M., Ragnehed, M., Hällgren, M., Karlsson, T., Landtblom, A.-M.,
Lundberg, P., & Engström, M. (2010). Right-hemispheric brain activation correlates to
language performance. *NeuroImage*, 49(4), 3481–3488.
<http://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.10.041>
- van Strien, J. (2003). The dutch handedness questionnaire. Retrieved from
<http://repub.eur.nl/pub/956/>
- Voyer, D. (2011). Sex differences in dichotic listening. *Brain and Cognition*, 76(2), 245–255.
<http://doi.org/10.1016/j.bandc.2011.02.001>
- Wester, K., Lundervold, A. J., Hugdahl, K., & Taksdal, I. (1998). Dichotic memory:
paradoxical effect of removing a left frontal gyrus: a case study. *The International
Journal Of Neuroscience*, 93(3–4), 279–286.
- Westerhausen, R., Kompus, K., & Hugdahl, K. (2014). Mapping hemispheric symmetries,
relative asymmetries, and absolute asymmetries underlying the auditory laterality
effect. *NeuroImage*, 84, 962–970. <http://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.09.074>

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Ats Kaivapalu,

(autori nimi)

1. Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose: Dihhootilise kuulamise adapteerimine ja rakendamine: ülevaade ning seosed helilisuse algamise ajaga

(lõputöö pealkiri)

mille juhendajad on Nele Põldver ja Pärtel Lippus,

(juhendajate nimed)

- 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, **26.05.2016**